

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申 請 日：西元 2003 年 06 月 09 日  
Application Date

申 請 案 號：092210492  
Application No.

申 請 人：財團法人工業技術研究院  
Applicant(s)

局 長  
Director General

蔡 練 生

發文日期：西元 2003 年 8 月 8 日  
Issue Date

發文字號：09220801680  
Serial No.

# 新型專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

※ 申請日期：

※IPC 分類：

壹、新型名稱：(中文/英文)

可撓式基板之微型超音波換能器

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文) 財團法人工業技術研究院

代表人：(中文/英文) 翁政義

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

參、創作人：(共 6 人)

姓 名：(中文/英文)

①鄧澤民②樊天柱③李國驤④張明暉⑤賴志敏⑥邱家麟

住居所地址：(中文/英文)

①新竹市培英街 35 巷 6 號 1 樓

②台中市西屯區櫻城一街 63 號 8 樓

③新店市復興路 10 之 1 號 11 樓

④台中縣太平市大興十一街 125 巷 53 弄 7 號

⑤高雄市鼓山區鐵路街 25 巷 12 號

⑥台北縣三峽鎮中正路二段 352 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

## 伍、中文新型摘要：

一種可撓式基板之微型超音波換能器，其中包括：一基板，係由可撓性材料製成，其上、下設有第一表面及第二表面，其中該第一表面二側設有支架，以形成可撓性之支撐結構；及一震盪膜，設有第一表面及第二表面，其中第二表面設於支架上；及複數個第一電極與第二電極，其中第一電極設於基板上，第二電極置於震盪膜上；藉上述組合，能在不增加成本的條件下，達成降低製程步驟，提升震盪膜變形與增加驅動／感測電極間有效感應面積等多重目標，降低阻抗與匹配層之影響，有利於感測靈敏度與效能提升。

## 陸、英文新型摘要：

## 柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1.....微型超音波換能器單元

10.....基板

11.....基板第一表面

12.....基板第二表面

13.....凹槽

14.....支架

15.....支架表面

20.....震盪膜

21.....震盪膜第一表面

22.....震盪膜第二表面

31.....第一電極

32.....第二電極

## 捌、創作說明：

### 一、創作所屬之技術領域：

本創作係有關於一種可撓式基板之微型超音波換能器，特別是指以可撓性基板增加發射源與反射接收點之有效面積，藉由空氣耦合作為能量傳遞以平衡阻抗，而獲得高響應、高指向性、高／低頻切換容易等特性，易於匹配不同檢測物件，提升超音波能量轉換與檢測速度，可即時檢測與成像。同時，若在必要時對檢測頻率作適當切換，可獲得不同控制音束形狀與聚焦距離，進而應用於其他新興領域發展。

### 二、先前技術：

習知超音波感測係藉由換能器將能量轉換成機械能，使探頭向待測物表面發射一彈性波，彈性波於物體中傳遞，當遇到不連續介面時會產生回波，再由探頭接收回波訊號，並加以判別獲得結果。

超音波感測系統是目前廣為使用之檢測設備之一，其核心元件是由相關超音波感測器組成。對超音波感測器而言，「微型化」是目前全球積極發展重點趨勢，原因在於其具有高響應、高解析度與應用廣泛之優點，習知的超音波感測器多屬於耦合形式，大多都需要「耦合介質」傳遞能量，如以液體、固體作為傳遞媒介，介質的特性對於感測器影響甚巨，嚴重者將會造成能量衰減。如改以空氣作為傳遞路徑，必須搭配背膠層與匹配層做整體設計，此時局部環境空氣的特性，將會因環境影響因素造成感測結果的

差異。在進行曲面傳能時，依據 snell's law 可推論，入射源之音束與檢測源之音束會有極大差異，降低了有效檢測面積，而阻抗亦會因為檢測路徑越長所產生變數越大，造成能量隨距離而衰減（如圖 5 所示）。再者如入射音束 a 為偏斜入射時（如圖 6~7 所示），會因阻抗產生反射角  $\theta_1$ ，而此時透射的能量繼續穿透檢測物，形成檢測阻抗差距甚大影響檢測結果，造成判讀錯誤，嚴重者穿透入射的角度將會無法判定，於檢測端錯位無法接收訊號。因此，在高解析度與高穩定性的前提下，發展以空氣為耦合介質的高效能換能器是迫切必要的，同時該換能器設計亦必須能克服前述曲面傳遞不良問題。

習知超音波在能量傳遞過程中，需搭配固態或液態介質做阻抗匹配檢測，如此一來介質材料特性，如溫度、壓力、密度、粒子移動速度將會影響整個檢測結果，亦侷限了應用領域。現有超音波換能器亦有改以空氣作為介質，雖使得應用領域更為廣泛，但容易因局部檢測阻抗差異，造成能量衰竭更快，頻率響應與頻寬更低、指向性差等負面效果，使得能量傳遞與檢測性能不良，同時若應用於彎曲表面檢測，由於位置與幾何限制，使得能量無法導入所需要位置，並造成介面阻抗匹配增加與檢測困難。

現有之微型超音波皆以微機電製程作為技術核心，希望藉由大量生產以降低成本，而其製程最大特色係以矽作為基材，透過一連串製程步驟在矽基材上完成繁雜製作過程，由於矽基材屬於高脆性材料，無法配合檢測物做變形，

極可能產生微型換能器元件能量與訊號衰竭問題，而無法達到預期換能效率。如圖 8 所示，US 6,328,697B1 陣列式微超音波感測器 90，其利用多層表面製程技術，以矽作為基材 91，搭配表面低溫製程技術，以  $\text{Si}_3\text{N}_4$  作為支撐柱 92，再以浮離法 (lift-off method) 蒸鍍氮化矽，完成後去除不必要之部分，得到所需薄膜 93 之支撐柱 92。而下電極部分乃藉由矽基材 91 本身之導電性，上電極金屬 94 之製程步驟以蒸鍍鋁材完成，保護層以氮化矽製作。然而此架構之特色在於採用矽為基材 91 及支撐柱 92 為一硬質材料，無法產生撓性變形作用，如被測物為曲面或不規則形狀，則超音波感測器 90，雖然增加製程整合與匹配性，但相對亦增加元件衰減係數，降低元件解析度與特性，若能改以可撓性基板製作，則上述問題將可迎刃而解。

有鑑於習用微型超音波換能器之缺失，本創作人乃秉著多年產品設計開發之實務經驗，經由無數次之實際設計、實驗，致有本創作之產生。

### 三、創作內容：

本創作之目的，係在提供一種可以降低製程步驟及降低阻抗與匹配層影響之可撓式基板之微型超音波換能器。其構造上係為一設有金屬電極之可撓性之基板，於基板二側設有支架，以形成可撓性之支撐結構；於二支架上方設置一具有金屬電極之震盪膜。以利用支架提供較大之絕緣層厚度，並降低因製程所需之絕緣層步驟；於二金屬電極之間則相對具有較大驅動能量，以利整體震盪膜結構被驅

動或變形至傳能狀態；整體降低阻抗與匹配層之影響，有利於感測靈敏度與效能提升。

以下僅藉由具體實施例，並佐以圖式作詳細之說明，俾使審查委員能對於本創作之各項功能、特點，有更進一步之了解與認識。

#### 四、實施方式：

如圖 1~2 所示，其中微型超音波換能器單元 1 包含有一基板 10、一震盪膜 20、複數個第一電極 31 與第二電極 32 等，微型超音波換能器由複數個微型超音波換能器單元 1 所組成，其中：一基板 10，係由可撓性材料製成，其上、下設有第一表面 11 及第二表面 12；該第一表面 11 上端形成一凹槽 13，並於二側設有支架 14 可為一撓性材料所作成，亦可使用非撓性材料，上述基板 10，支架 14 及震盪膜 20 材料可為 Silicone(矽膠)  $\text{Si}_3\text{N}_4$ (氮化矽) Polysilicon(多晶矽)、kapton、Ni(鎳) Teflon(鐵氟龍)，樹脂、塑膠、聚脂類、polyimide、photo Resist (光阻) 或高分子材料等，其中支架 14 與基板 10 亦可成一體相同材料，亦屬本創作申請專利範圍內。支架 14 上端處設有一表面 15 形成支撐結構；及一震盪膜 20，具震盪膜第一表面 21 及震盪膜第二表面 22，其中震盪膜第二表面 22 設於支架 14 之表面 15 上，該微型超音波換能器單元 1 可隨著基板 10 構件做延伸設置，亦即微型超音波換能器單元 1 隨著基板 10 之面積增大而增加數量；及複數個第一電極 31 與第二電極 32，可使用金、銀、銅、鎳或鋁等為材料，其中第一電極 31 設於基板



10 之第一表面 11 及第二表面 12 之間；該第一電極 31 中每一該導電構件係分別對應的置入該基板 10 之中，如基板 10 使用導電之材料時，可省略第一電極 31，亦在本專利範圍內。該第二電極 32 置於震盪膜 20 之第一表面 21 及第二表面 22 間，與第一電極 31 電性連結於電源。當然，第一電極 31 可設於基板 10 之第一表面 11 或第二表面 12。第二電極 32 可設於震盪膜 20 之第一表面 21 或第二表面 22。

上述之構件，該支架 13 於相對應電極 31、32 位置具有較大高度，以提供較大的絕緣層厚度，且利於增加該處結構震盪膜 20 之振幅，並降低因矽基製程所需之絕緣層步驟；於電極之間則相對具有較大驅動能量，以利整體震盪膜 20 結構被驅動，使其由電能轉換成機械能，而產生震盪變形。

如圖 2 所示者，換能器結構除了提供必要的支撐外，依設計不同成等間距分佈，並於半徑方向控制其震盪膜 20 特性，以利於不同材質換能；在支撐本體方面採用軟質基板 10，及軟質基板 10 上設有無數個微型超音波換能器單元 1，當電能增加使得機械能增加，使得微型超音波換能器之震盪機械能而愈大。

如圖 3~4 所示，本創作可撓性基板 10 可以增加發射源與反射接收點，藉由空氣耦合能量傳遞以平衡阻抗，獲得高響應、高指向性、高／低頻切換容易等特性，易於匹配不同檢測物件，提升超音波能量轉換與檢測速度，可即時檢測與成像；同時，必要時對檢測頻率作適當切換，

將可獲得不同控制音束形狀與聚焦距離，進而應用於其他新興領域發展。

本創作所提出之可撓式基板之微型超音波感測器，可以引用習知的高深寬比微機電製程技術（如 DRIE、LIGA-like 等技術，但不限於前述種類）製作出包含微陣列可撓性支撐與換能器主結構體，續以各式佈線銜接至外側；或以體型蝕刻或犧牲層相關技術將介於電極之間的多餘材料蝕去；或以面型沈積技術在基材上下面分別堆疊出所需結構，並完成驅動電極製作。前述列舉僅為可能之技術手段，但不限於前述項目。

綜合以上所述，本創作可撓式基板之微型超音波換能器能在不增加成本的條件下，達成降低製程步驟，提升震盪膜變形與增加驅動／感測電極間有效感應面積等多重目標，降低阻抗與匹配層之影響，有利於感測靈敏度與效能提升。

#### 五、圖式簡單說明：

圖 1 係本創作微型超音波換能器之剖面構造示意圖。

圖 2 係本創作微型超音波換能器之立體圖。

圖 3 係本創作檢測曲面之阻抗匹配示意圖。

圖 4 係本創作曲面檢測法向量音束之示意圖。

圖 5 係習知超音波感測器反射訊號示意圖。

圖 6 係習知超音波感測器檢測曲面之阻抗匹配示意圖。

圖 7 係習知超音波感測器曲面檢測法向量音束之示意圖。

圖 8 係習知微型超音波感測器之剖面構造示意圖。

圖號說明：

- |         |            |                |
|---------|------------|----------------|
| 1.....  | 微型超音波換能器單元 |                |
| 10..... | 基板         | 11.....基板第一表面  |
| 12..... | 基板第二表面     | 13.....凹槽      |
| 14..... | 支架         | 15.....表面      |
| 20..... | 震盪膜        | 21.....震盪膜第一表面 |
| 22..... | 震盪膜第二表面    | 31.....第一電極    |
| 32..... | 第二電極       | 90.....微超音波感測器 |
| 91..... | 基材         | 92.....犧牲層     |
| 93..... | 薄膜         | 94.....上電極金屬   |

玖、申請專利範圍：

1. 一種可撓式基板之微型超音波換能器，係由複數個微型超音波換能器單元所組成，其中微型超音波換能器單元包括：

一基板，係由可撓性材料製成，其上、下設有第一表面及第二表面，其中該第一表面二側設有支架，以形成支撐結構；及

一震盪膜，設有第一表面及第二表面，其中第二表面設於支架上；及

一電極置於震盪膜上，與基板連結於一電源上；

藉上述組合，能在不增加成本的條件下，達成降低製程步驟，提升震盪膜變形與增加驅動／感測電極間有效感應面積等多重目標，降低阻抗與匹配層之影響，有利於感測靈敏度與效能提升。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中基板之第一表面上設一凹槽。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中基板由一個以上非單一材料所構成。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中震盪膜由一個以上非單一材料所構成。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中震盪膜隨著基板構件做延伸設置。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中第一電極每一導電構件係分別對應的置入

該基板。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中第一電極設於基板的第一表面與第二表面之間。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中第二電極設於震盪膜的第一表面與第二表面之間。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中支架上端設有一表面。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中支架上端之表面上設有一震盪膜。
11. 如申請專利範圍第 10 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中震盪膜之第二表面設於支架上端之表面上。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中支架為一種可撓性材料。
13. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中基板可為一導電材料。
14. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中基板為非導電材料時，設置第一電極與震盪膜上之第二電極連結於一電源上。
15. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中基板與支架可為一體成型。
16. 如申請專利範圍第 14 項所述之可撓式基板之微型超音

波換能器，其中第一、二電極材料為金、銀、銅、鎳或鋁等材料。

17. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中基板、支架及震盪膜之材料為矽膠、氮化矽、多晶矽、鐵氟龍、樹脂、塑膠、聚脂類、光阻或高分子材料等。

18. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中支架與基板為一可撓性材料。

19. 如申請專利範圍第 1 項所述之可撓式基板之微型超音波換能器，其中支架與基板之材料不同，為一非可撓性材料。

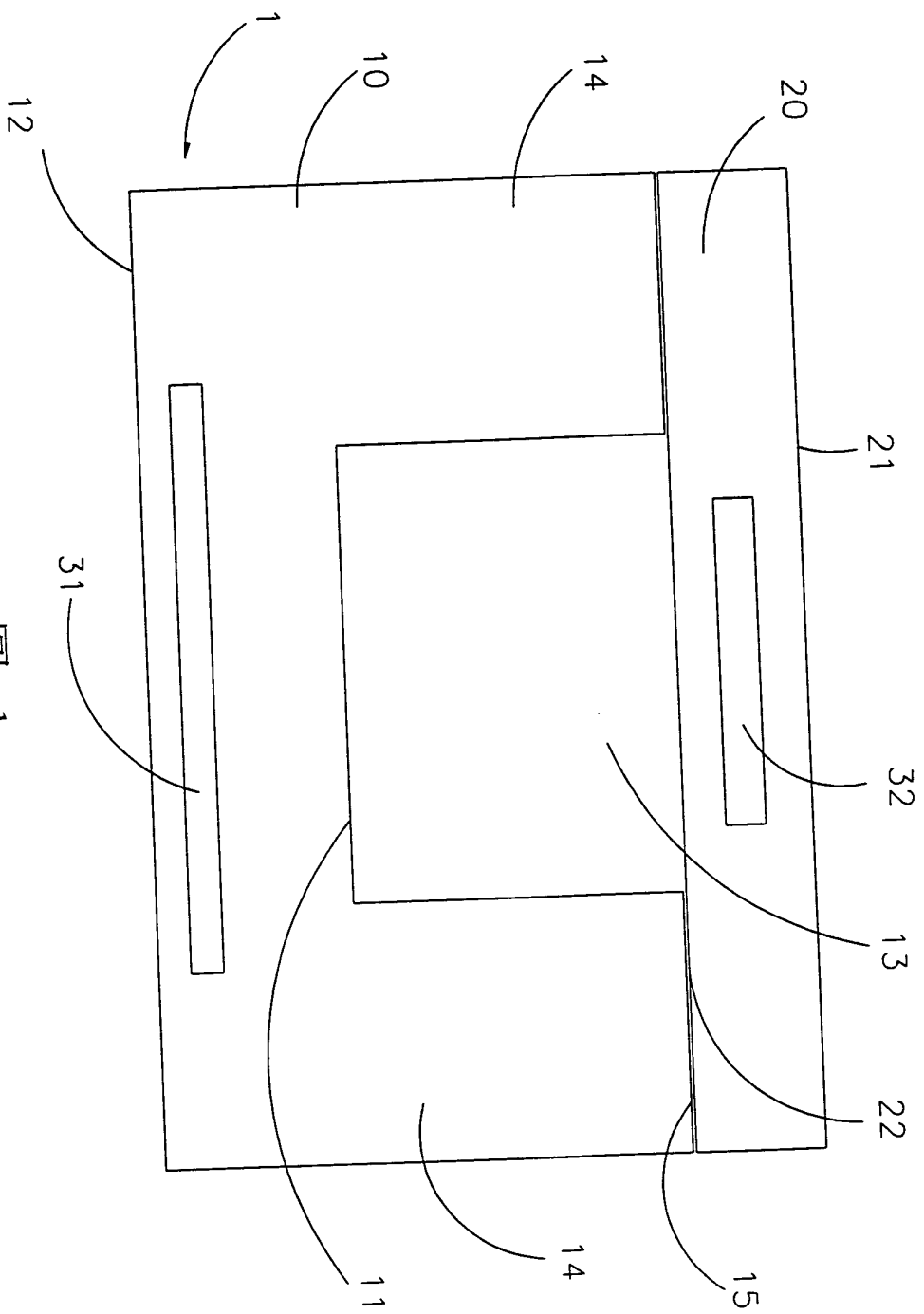


圖 1

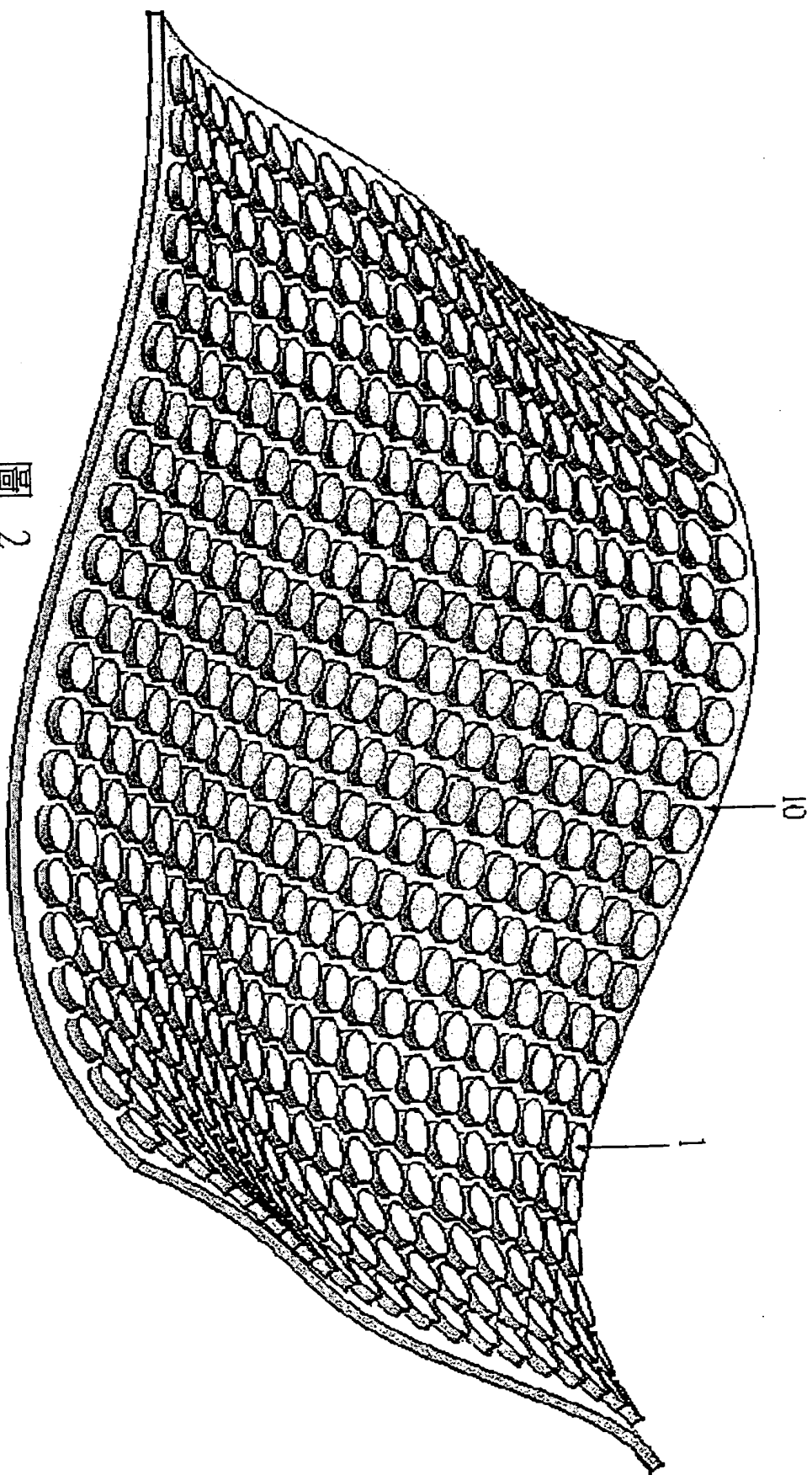


圖 2



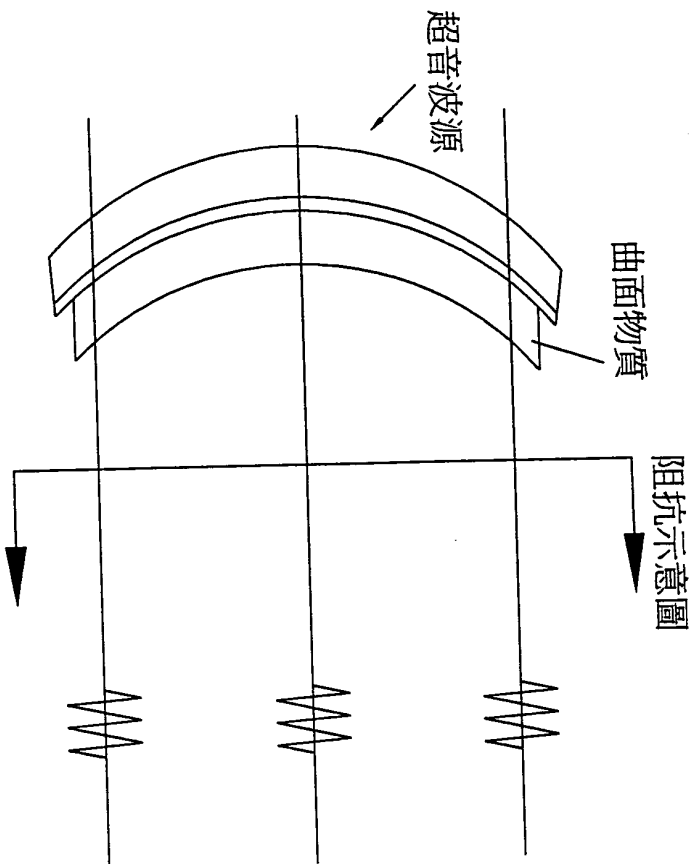


圖 3

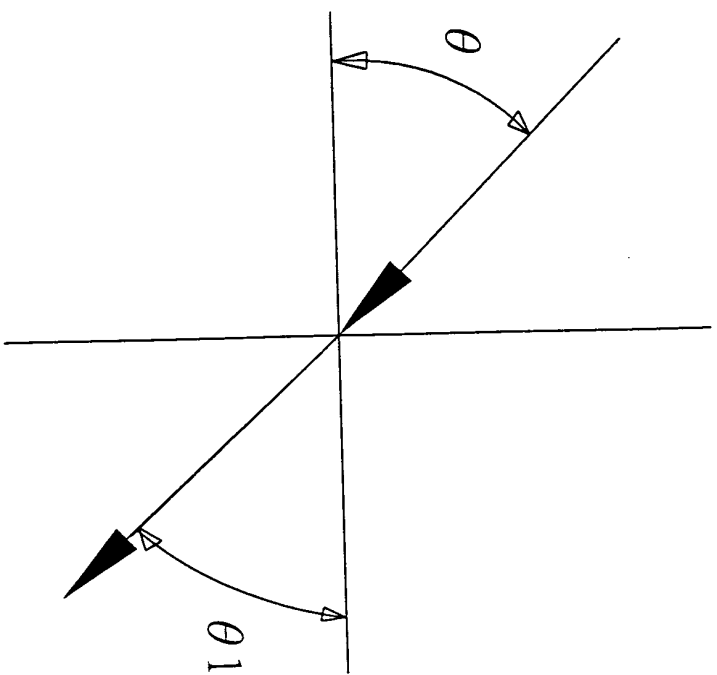


圖 4

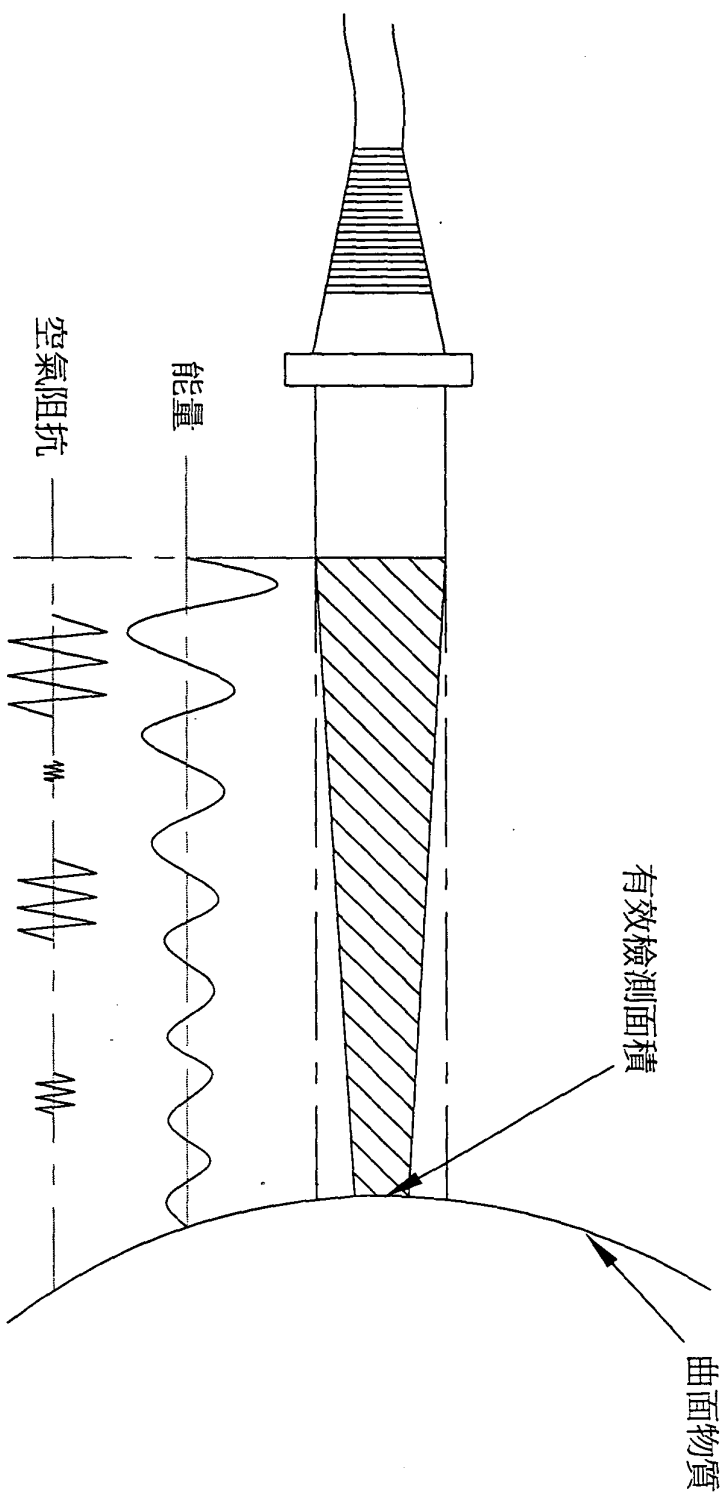


圖 5

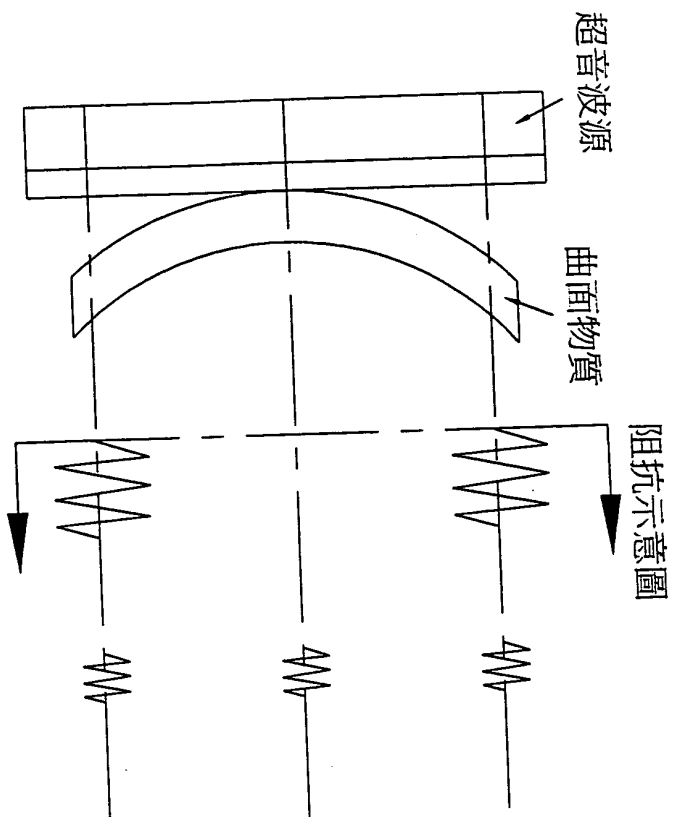


圖 6

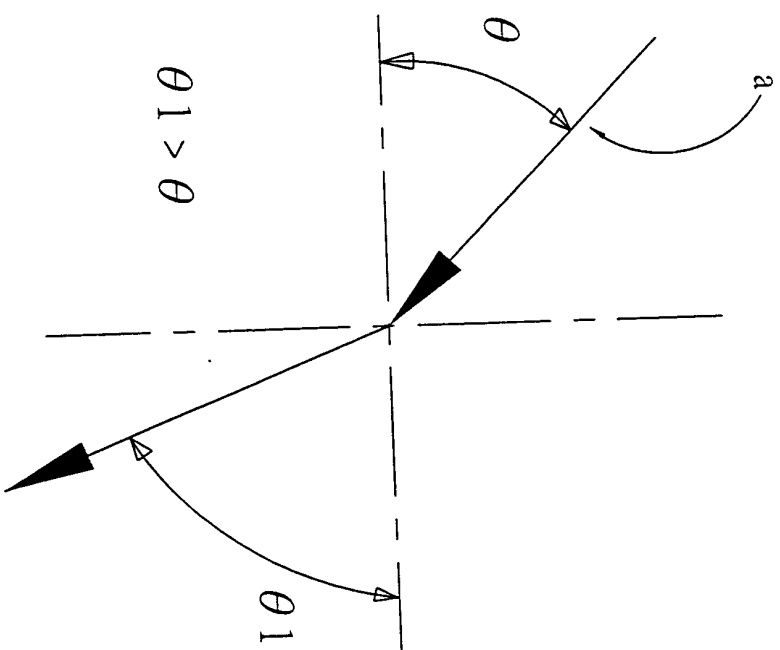


圖 7

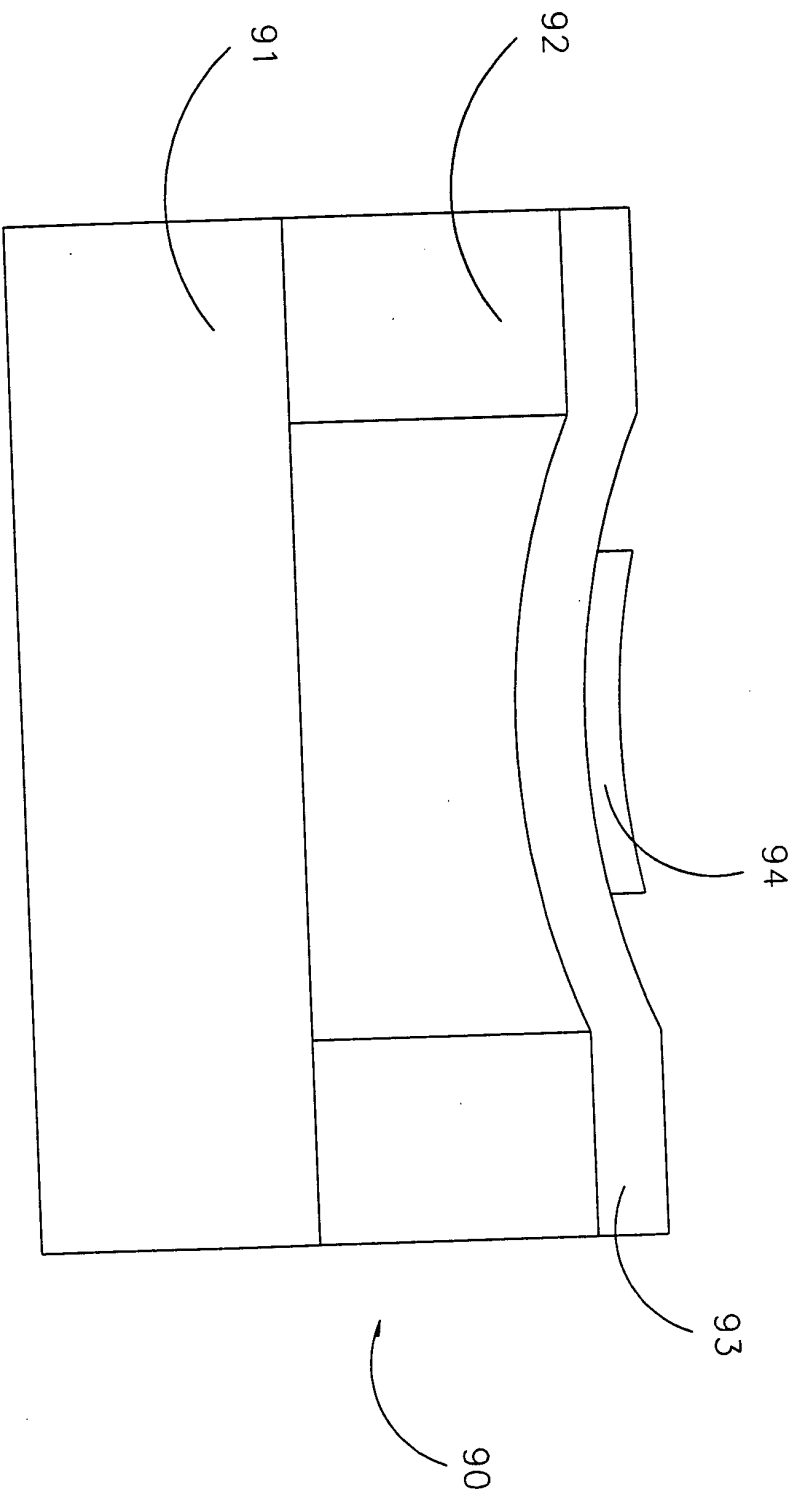


圖 8